

⑫ 公開特許公報(A)

平4-125947

⑮ Int.Cl.⁵

H 01 L 21/66

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 平成4年(1992)4月27日

Z 7013-4M
P 7013-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 成膜システムのフィードバック装置

⑰ 特 願 平2-246567

⑱ 出 願 平2(1990)9月17日

⑲ 発 明 者 土 岐 雅 彦 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑲ 発 明 者 中 村 光 宏 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会
社内
⑲ 発 明 者 池 上 春 彦 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会
社内
⑳ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
㉑ 出 願 人 富 士 電 機 株 式 会 社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
㉒ 代 理 人 弁 理 士 山 口 巖

明 細 書

1. 発明の名称

成膜システムのフィードバック装置

2. 特許請求の範囲

1) 成膜プロセスを決定するデータとしてのレシピに基づいて半導体製造装置を作動させ成膜を行わせる成膜システムにおいて、

前記成膜プロセスを最適に実行するのに必要な規定データを備え、

前記規格データは少なくとも基準成膜速度、各種の評価項目別の基準値、この各基準値に対する許容範囲、各種の基準プロセスパラメータを含むようにし、

前記レシピに基づき試験的に成膜されたテストピースを検査して得られた膜厚および前記評価項目別の評価値の入力に基づいて所定の演算を行い、前記規格データの基準成膜速度および基準プロセスパラメータを更新する手段と、

前記テストピースについての評価値と前記規格データにおける当該評価項目に対する基準値との

差が、同じく規格データ中の対応する許容範囲を越えたときは、前記半導体試験装置をメンテナンスすべき旨の信号を出力する手段とを備えたことを特徴とする成膜システムのフィードバック装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明はCVDなどの成膜プロセスを決定するデータとしてのレシピに基づいて半導体製造装置を作動させ成膜を行わせる成膜システムにおいて、

前記レシピデータおよび半導体製造装置をメンテナンスするためのフィードバック装置に関する。

なお以下各図において同一の符号は同一もしくは相当部分を示す。

【従来の技術】

この種の成膜用半導体製造装置において、半導体ウェハに対する実成膜処理がどのように行われるかを説明する。この半導体製造装置を作動させ成膜プロセスを自動的に実行するために、まずレシピ(recipe、つまり処法、製法の意)とよばれる工程別の各種条件データを備えたデータが存在

する。一般にこのレシピデータは、前処理工程、実成膜処理工程、後処理工程のそれぞれの工程における装置パラメータとしての条件データが格納されており、このパラメータを様々に変更することにより、同じ半導体製造装置でも種々の成膜を実現できる。

従って装置の使用者は、このレシピ内の条件データを操作し、例えば膜の厚さ、膜の質（均一性、等）、膜成長の速度等が自分の目的に合致するような膜を得るための実験を繰返し行っている。これらの条件データはレシピというデータにより管理され、得た膜と1対1で管理される。

【発明が解決しようとする課題】

そこである特定の成膜をするレシピデータに注目して考えると、このレシピデータにより運転された装置は、全て同一膜質、膜厚のウェハを生産する筈である。これは装置の特性の信頼性に関わる問題であり、完成された半導体製造装置においては、このプロセスの再現性は保証されている筈である。ところが、この完成された装置において

装置を作動させ成膜を行わせる成膜システムにおいて、

前記成膜プロセスを最適に実行するのに必要な規格データ（3など）を備え、

前記規格データは少なくとも基準成膜速度（3Cなど）、各種の評価項目別の基準値（3Dなど）、この各基準値に対する許容範囲（3Eなど）、各種の基準プロセスパラメータ（Pなど）を含むようにし、

前記レシピに基づき試験的に成膜されたテストピースを検査して得られた膜厚および前記評価項目別の評価値の入力に基づいて所定の演算を行い、前記規格データの基準成膜速度および基準プロセスパラメータを更新する手段と、

前記テストピースについての評価値と前記規格データにおける当該評価項目に対する基準値との差が、同じく規格データ中の対応する許容範囲を越えたときは、前記半導体試験装置をメンテナンスすべき旨の信号を出力する手段とを備えたものとする。

も同一レシピにより成膜を行った場合に、成膜枚数をこなしていくうちに再現性が保証されなくなるのが常である。この原因は、成膜を行っていくに従い、半導体製造装置の反応室（即ち成膜を行っている部屋）のまわりに膜が付くとか、長期的に見た場合には真空排気用ポンプの動作特性が変化するとか、成膜ガスの導入部の目詰り等によって反応室の特性が変化し、各種条件に悪影響を与えるからである。このため半導体製造装置の使用者は、頻繁に装置のメンテナンスを行い運用を行っている。

そこで本発明は反応室の特性に応じて自動的にプロセス条件を変化させることができる成膜システムのフィードバック装置を提供することにより、前記のメンテナンス回数を減少しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

前記の課題を解決するために本発明の装置は、
「成膜プロセスを決定するデータとしてのレシピ（限定レシピ1-1など）に基づいて半導体製造

【作用】

本発明は、レシピデータごとに、そのデータとは別に規格データを備え、その規格データ内に膜厚、膜質等についての評価値に対する基準値およびその許容範囲データと、各種プロセスパラメータおよびその算出計数を持たせ、更にユーザが実際に成膜したウェハを検査して得たデータとしての膜厚および前記基準値に対応する評価値からこの評価値が許容範囲に入っているか否かを判別して、許容範囲に入っていない場合は半導体製造装置のメンテナンスを行うべき旨の信号を出力する手段と、

前記の各種の評価値、基準値、プロセスパラメータの算出計数から最新の最適プロセスパラメータを算出して今までの対応するプロセスパラメータを更新する手段を設けることにより、成膜プロセスへのフィードバックを可能にしたものである。

【実施例】

以下第1図ないし第4図に基づいて本発明の実施例を説明する。

第3図は本実施例におけるレシピデータの構成図である。このレシピデータは半導体製造装置(図外)が自動的に実行する成膜プロセス(なおここで該プロセスは以下に述べる下位のプロセス全体を包含する意味を持つものとする)全体の動作内容を決定するデータである。第3図において1はレシピデータ(単にレシピともいう)であり、1Aはレシピ名、1Bは当該レシピを実行する際の下位プロセスとしてのプロセスの順番を示すプロセス番号である。

1Cはプロセス保持時間、つまり半導体製造装置をこの保持時間だけこのプロセスのプロセスデータ(後述)の状態に保ったのち、次のプロセス番号のプロセスデータの状態に移行させるという意味の保持時間である。1Dは当該プロセスを識別するためのプロセス属性を示す記号で、Pは反応室へのウェハ搬入前の工程、Wは成膜反応前/後の工程(例えばガスの流入、排出など)、Rは実際に膜を成長させるプロセスとしての反応プロセス、Eは反応室からのウェハの搬出後の工程をそ

れぞれ意味する。

2は半導体製造装置を構成する各機器の、前記プロセス番号1Bに該当するプロセスでの状態(例えばガス1を××cc流すとか、バルブ○番と△番を開けるといった状態)を定義したプロセスデータであり、第1図のようにプロセスデータ2は各バルブの開閉状態を示すデータ2Aや各種のプロセスパラメータ等で構成されている。そしてこのプロセスデータ2はレシピデータ1の下位データとしてレシピ名1Aとプロセス番号1Bとの指定によって検索可能なようにこの成膜システムに格納されている。

第4図は各レシピデータ1に対応して設けられている規格データの構成を示す。この規格データ3とは、レシピデータ1によって実際に半導体製品の成膜を行うに先立って、前記レシピデータ1によって試作品としての半導体ウェハ(テストピース、T. P. と略す)を用いて仮成膜を行い、この成膜の良否を検査によって評価し、その結果によってレシピデータ1の内容の修正を行うが、

このときの成膜評価の規格となるデータである。

この規格データ3の内部データは、レシピ名3A(但しこのレシピ名3Aはレシピデータ1中のレシピ名1Aと同じである)、T. P. 作成時の反応プロセスの時間としてのTP成膜時間 t_k 、このレシピにおける反応プロセスの成長速度(以下Growth Rateを略しG. R. という)としての基準成膜速度3C、膜質の良否を判断するための評価項目1~nについての基準値3D、この各評価項目1~n別の基準値についてのそれぞれの許容範囲3E、膜厚に影響を与える各種のパラメータとしてのm個の基準プロセスパラメータP($P_1 \sim P_m$)、各最新の基準プロセスパラメータ $P_1 \sim P_m$ をそれぞれ算出するためのm個の算出係数データK($K_1 \sim K_j \sim K_m$)から成る。

第1図はレシピデータ1によってテストピースに対し仮の成膜を行った結果により、規格データ3を更新する手順の説明図である。なお以下S1~S6の符号はこの手順のステップを示す。

本発明の対象となるレシピデータ1は規格デー

タ3を持つレシピであり、このレシピ1を特に限定レシピ1-1といい、名前は固定である。この限定レシピ1-1がプロセスフィードバック可能なレシピとなる。ユーザは実成膜を行う前に、T. P. による半導体製造装置の評価用運転を実行する。これは限定レシピ1-1による運転で、かつレシピ1-1内のプロセス属性1Dの記号が“R”の反応プロセスの保持時間1Cとしてはこの限定レシピ1-1内の保持時間値 t_R でなく(t_R は製品製作時に適用されるもので、テストピースには適用されない)、規格データ3内に登録されているT. P. 成膜時間 t_k を用いて運転される(S1)。この運転後に、成膜処理されたウェハは検査され、膜厚、及び膜質を評価する評価項目1~nまでの評価値を得て、この成膜システムの評価用プログラムに入力される(S2)。

そこでこの評価用プログラムは新たな基準G. R. と基準プロセスパラメータP($P_1 \sim P_m$)の算出と評価を行う。新基準G. R. はT. P. 成膜時間 t_k と入力された膜厚から求められ(S3)、

新たな基準プロセスパラメータ P は以下の式より求められる (S4)。

$$P_{j\text{new}} = P_{j\text{old}} - \frac{(\text{評価値 } j - \text{基準値 } j)}{k_j}$$

ここで

$P_{j\text{old}}$: 規格データ 3 中の基準プロセスパラメータ P の j 番目のパラメータで、T. P. 製作前に登録されていた基準プロセスパラメータの値、

$P_{j\text{new}}$: T. P. の評価によって $P_{j\text{old}}$ に代って新に登録される基準プロセスパラメータの値、

基準値 j : 規格データ 3 中の j 番目の評価項目の基準値 3D の値、

評価値 j : 前記の j 番目の評価項目の評価値、

k_j : 規格データ 3 中に予め登録されている j 番目のプロセスパラメータ算出係数、

である。但しこの場合 1 ~ m 番までの評価項目はそれぞれ基準プロセスパラメータ $P_1 \sim P_m$ に対応する内容となるように予め配列されているものとする。

このようにして計算された新基準 G. R. および $P_{j\text{new}}$ (新基準プロセスパラメータ) を規格デー

タ 2 内のプロセスパラメータに関しては、このプロセスデータ 2 内の対応する部分のプロセスパラメータの値を規格データ 3 内の対応する基準プロセスパラメータ P ($P_1 \sim P_m$) によって書き替える。従ってこの更新された限定レシピ 1-1 と同じく更新されたプロセスデータ 2 による半導体製造装置の運転を実行すれば、目的とする膜厚でしかも目的とする膜厚の成膜を実現できる。

また先に説明した T. P. 運転によって得た T. P. についての各評価値と、これに対応する規格データ 3 内の基準値 3D との差が同じく規格データ 3 内にある各対応する評価値の許容範囲 3E 内に入っていないければ、前記評価プログラムが自動的に半導体製造装置のメンテナンスを行うべき旨の通知をユーザに行うようにし、この場合はプロセスへのフィードバック (つまり、規格データ 3, レシピ 1, プロセスデータ 2 の更新) は実行されない。

【発明の効果】

本発明によれば、レシピデータ以外に規格データを持たせることとしたので、製品を製作する直

タ 3 内にそれぞれ従来の対応するデータ 3C, P_j に置換わる新たな基準データとして更新登録する (S5, S6)。なおこの更新は全ての基準プロセスパラメータ $P_1 \sim P_m$ に対して行われることはいうまでもない。

次に製品製作 (実成膜) のための半導体製造装置の運転を実行するが、この場合の前記限定レシピデータ 1-1 および規格データ 3 の運用方法を第 2 図を用いて説明する。なお以下 S11 ~ S13 の符号は第 2 図中のステップを示す。

この場合レシピ名と処理枚数を指定入力する。もしレシピ 1 が限定レシピ 1-1 の場合には、ユーザはさらに反応プロセスにて成長させる膜厚 (要求膜厚) を指定する (S11)。そして先に第 1 図で述べたように T. P. にて算出された規格データ 3 内の基準 G. R. 3C の値とここで入力された膜厚とから、反応プロセスの保持時間 1C の値 t_R を計算し、限定レシピ 1-1 内の反応プロセス (この例ではプロセス R) の今までの保持時間 t_R を書き替える (S12)。

また前記反応プロセス (プロセス R) のプロセ

スの前の装置状態にマッチしたプロセスの構築、すなわちプロセスデータへのフィードバックが可能になり、成膜の再現性が保証される。また、許容範囲内データとの比較により、プロセス再現性が満足されるかどうかのチェックが行なえ、装置メンテナンスの時期をユーザに知らせることも可能である。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例としてのテストピースに基づく規格データの更新手順の説明図、

第 2 図は同じく製品製作 (実成膜) の手順の説明図、

第 3 図は同じくレシピデータおよびプロセスデータの構成を示す図、

第 4 図は同じく規格データの構成を示す図である。

1 (1-1) : レシピデータ、(1-1 : 限定レシピデータ)、2 : プロセスデータ、3 : 規格データ、3A : レシピ名、 t_k : T. P. 成膜時間、3C : 基準成膜速度 (G. R.), 3D : 評価基準値、3E : 評価許容範囲、P ($P_1 \sim P_j \sim$

P_m): 基準プロセスパラメータ K ($K_1 \sim K_j$
 $\sim K_m$): プロセスパラメータ算出係数。

代理人弁護士 山口 巖

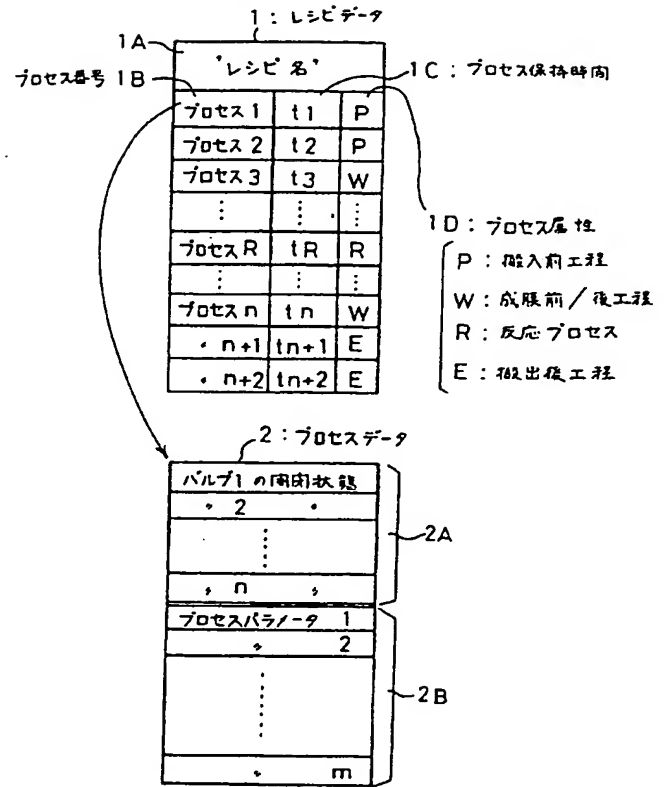


図3

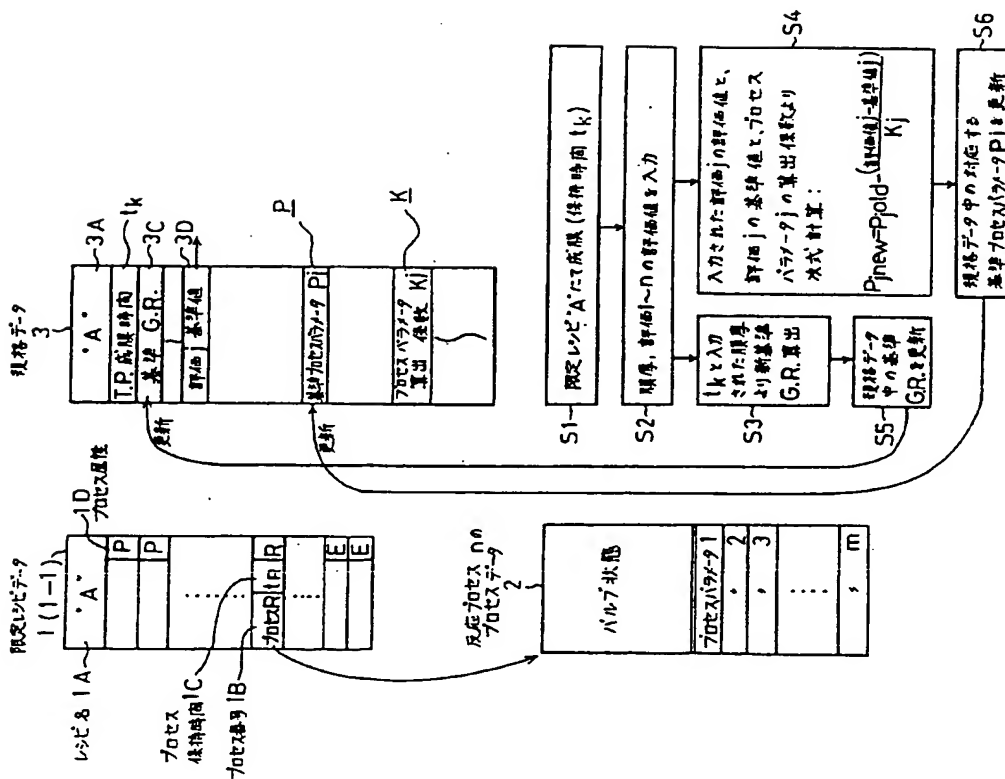


図1

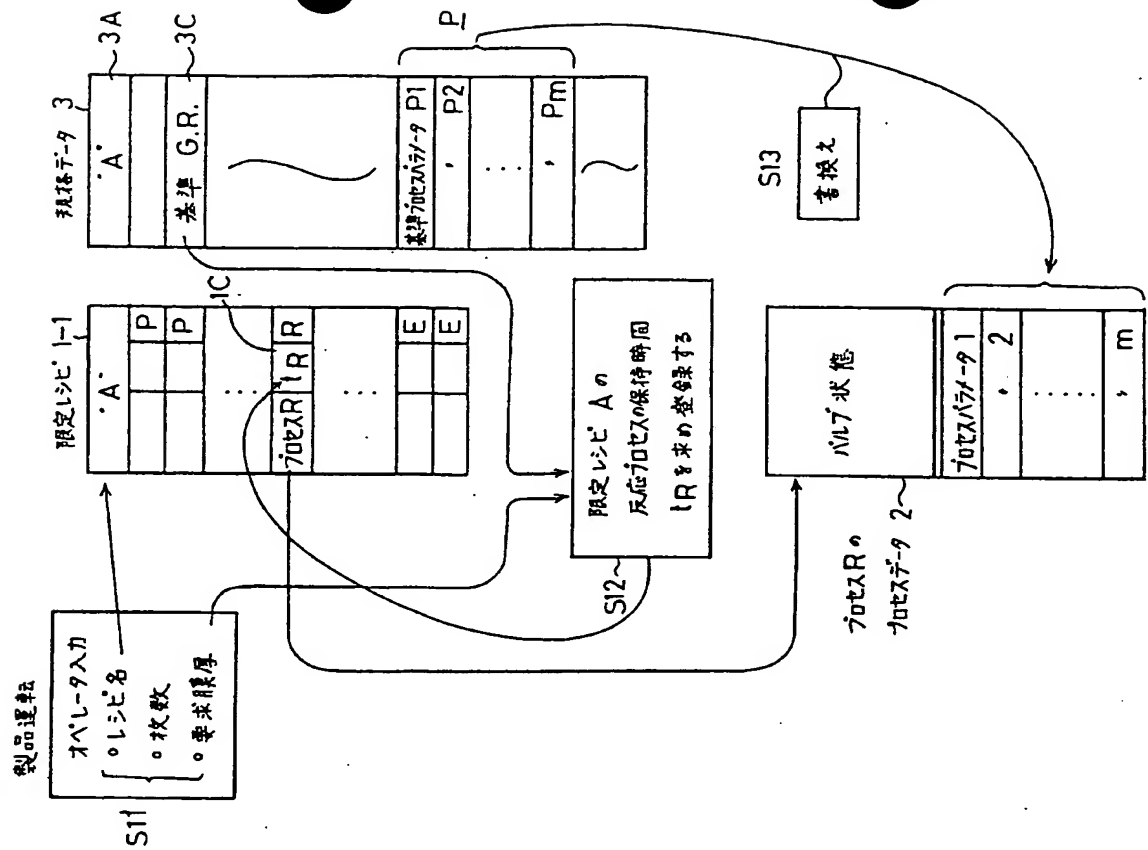
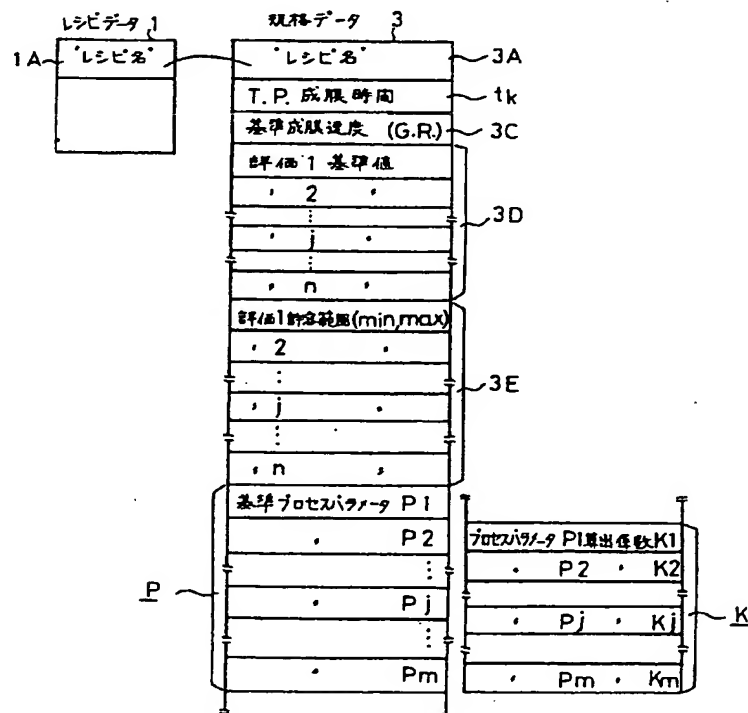


图 2



✱ 4 国